

Bevezetés

Az európai gyepek hatalmas területei tűntek el az elmúlt évszázadban a művelés felhagyása vagy a mezőgazdasági területekké alakítás következtében (Sutcliffe *et al.* 2014). A fajgazdag gyepek elvesztése a biológiai sokféleség nagymértékű csökkenését eredményezi (Littlewood *et al.* 2012, Deák *et al.* 2021). Gyepeink ennek ellenére jelenleg is változatos és fontos élőhelyei a természetvédelmi szempontból értékes gyepi növény- és állatvilágnak.

Az európai gyepterületek többsége emberi hasznosítás alatt áll, a hasznosítás formájától és intenzitásától függően szolgál gazdasági és/vagy természetvédelmi célokat. A magas intenzitású legeltetés és gyakori kaszálás negatívan befolyásolja a teljes élővilág, különösen az ízeltlábúak sokféleségét (Chisté *et al.* 2016); kiemelten igaz ez a növényzetben élő ízeltlábúakra, melyek súlyosabban érintettek a fenti hatás által, mint a talajlakók és a talaj felszínén élők (Hamřík és Kosulic, 2021). Az alacsony művelési intenzitás tehát segíthet a gerinctelen fajgazdagság megőrzésében és az általuk biztosított ökoszisztéma-funkciók (például beporzás, lebontás) egyensúlyának fenntartásában (Hudewenz *et al.* 2012).

A kaszálás a gyepek legfontosabb és legelterjedtebb kezelési módjai közé tartozik. Alkalmas az egy év alatt termelődött biomassza eltávolítására, és megakadályozza a terület becserjésedését, erdősödését (Máté *et al.* 2023). Ugyanakkor csökkenti a gyepek mikrohabitat-diverzitását, homogenizálja a mikroklimatikus viszonyokat, és ennek következtében megváltoztatja az ízeltlábú közösségek abundanciaviszonyait (Kormann *et al.* 2015), és általában csökkenti az ízeltlábúak abundanciáját és fajgazdagságát (Lafage és Petillon, 2014; Wagner *et al.* 2021). A közvetlen mortalitási hatások mellett (Humbert *et al.* 2010, Kenyeres és Varga 2023) a kaszálás hatására megváltozik az ökoszisztéma működése és dinamikája. Az ízeltlábúak kaszálás után kitettebbek a gerinces ragadozóknak, és a gerinctelenek „spillover”-ét okozhatja (Rand *et al.* 2006), ami az állatok rendszeres vándorlását jelenti két szomszédos élőhely között. A jelenség jól ismert a mezőgazdasági területek és a természetes élőhelyek között (Madeira *et al.* 2016), és különböző természetes élőhelyek, például erdők és gyepek között is dokumentált (Tölgyesi *et al.* 2018). Az ízeltlábúak a kaszálásra elsősorban a kaszált élőhelyről való elvándorlással reagálnak, ami az aggregációjukat, így denzitásuk növekedését eredményezheti a kevésbé zavart élőhelyeken (Thorbek és Bilde 2004).

A különböző kaszálási technikák különbözőképpen hatnak az állatvilágra (Humbert *et al.* 2010). A térben és időben mozaikosan végzett kaszálás heterogén élőhelyet alakít ki, mely az ízeltlábú fauna számára előnyös (Bonari *et al.* 2017). A kaszálás alól kizárt területek meghagyása megőrzi az élőhelyszerkezetet, elősegítheti a gyepi ízeltlábúak fajgazdagságának megőrzését, és fenntarthatja a közösségek funkcionális diverzitását (Kühne *et al.* 2015, Kaláb *et al.* 2020).

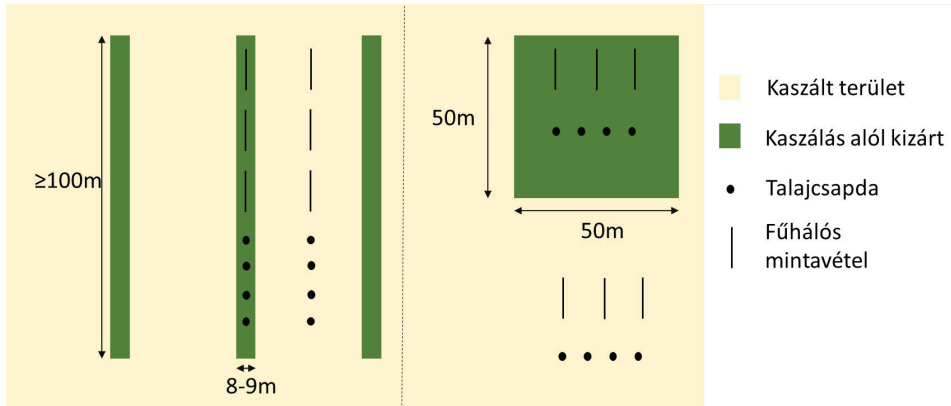
A gyepek mozaikos kaszálását sikeresen alkalmazzák a természetvédelmi célok elérése érdekében különböző gyepek (Gardiner 2012; Mazalová *et al.* 2015) és ízeltlábúak számos csoportja esetében (pl. beporzók: Münsch *et al.* 2019; ragadozók: Snyder *et al.* 2019). A fentiek alapján a kaszálás technikai paramétereinek megfelelő megválasztása rendkívül fontos a specializált gyepi diverzitás megőrzése érdekében, melyet a Natura 2000-es védelem alatt álló területek esetén kormányrendelet szabályoz. Ezekben az élőhelyeken a terület legalább 5, legfeljebb 10%-át – beleértve a természetvédelmi érdekből hatósági határozattal elrendelt eseti korlátozással érintett földterületeket is – kaszálásnaként változó helyen kaszálatlanul kell hagyni, jellemzően bűvósávok formájában (269/2007 (X.18.) korm.rendelet 4. § (1) bekezdése alapján). A kaszálást a terület középpontjából indulva, vagy a táblaszél mellől, az ott élő állatok beszorítása nélkül kell elvégezni. A kaszálás során vadriasztó lánc használata kötelező (269/2007 (X.18.) korm.rendelet 5. § (1) bekezdése alapján), ezzel csökkentve a terület faunáját érintő mechanikai kártételt. A rendelet egyértelmű célja a gerincesek védelme mellett az ízeltlábúak megóvása. A hazai és nemzetközi szakirodalomban meglepően kevés vizsgálat foglalkozik a bűvósávok ízeltlábú-megőrző képességével (Cizek *et al.* 2012, Buri *et al.* 2013, Humbert 2009, 2010, 2012).

Célunk, hogy feltárjuk a kezelés (kaszált és nem kaszált), a művelés (homogén és heterogén) és interakciójuk hatását több ízeltlábú taxon, így pókok, futóbogarak, egyenesszárnyúak és poloskák, továbbá az összes gyűjtött és meghatározott ízeltlábú fajszámára, valamint abundanciájára vonatkozóan. További célunk, hogy a terepi vizsgálat eredményeit felhasználva adatokat szolgáltatassunk, és felhívjuk a figyelmet a bűvósávok kaszálás fontosságára az ízeltlábú fauna megőrzése érdekében.

Anyag és módszer

A Körös–Maros Nemzeti Park működési területén található 4057 hektár területű Csanádi-puszták gyepkomplexumban, a Nemzeti Park segítségével végeztük kutatásunkat. Vizsgálatainkat két kiterjedt gyepen, a Kopáncs-pusztán (858 hektár) és a Montág-pusztán (2176 hektár) végeztük. A terület 80–108 m tengerszint feletti magasságban található. Az évi középhőmérséklet 12,3 °C, az átlagos csapadékmennyiség 653 mm (http1). Ezekben a kevésbé produktív gyepeken extenzív legeltetést vagy évente egyszeri kaszálást alkalmaznak. A mintavételt ürmöspusztákon (Á-NÉR: F1a) és szikes réteken (F2) végeztük. Kétféle művelési móddal kezelt kísérleti területeket hoztunk létre: (1) heterogén művelés: 8-9 méter széles, legalább 100 méter hosszúságú bűvósávok, melyek a terület 10%-át fedték,

és (2) homogéneen kaszált gyepet, melyen 50×50 méteres, kaszálás alól kizárt területeket alakítottunk ki (1. ábra). Mindkét típusból hat ismétléssel dolgoztunk.



1. ábra: A vizsgálati elrendezés vázlatja. (a) heterogén művelés bűvósávokkal; (b) homogén művelésű terület.

Az ízeltlábúak gyűjtését két héttel a kaszálás, ill. a rendszárási és bálázási műveletek befejezése után végeztük, hogy a közösségek a zavarás után homogénizálódjanak. A növényzetben élő pókokat, poloskákat és egyenesszárnyúakat 40 cm átmérőjű, szabványos méretű hálókval gyűjtöttük, 25 csapást végeztünk egy 25 m hosszú transzekt mentén 2021. július 26-án és 27-én. Minden mintavételi ponton (lásd 1. ábra) 3 mintát gyűjtöttünk, így összesen 2 művelés (homogén és heterogén művelés) × 2 kezelés (kaszált és nem kaszált) × 6 ismétlés × 3 minta = 72 minta keletkezett. A futóbogarakat és a talajlakó pókokat 9,5 cm átmérőjű műanyag poharokból készült talajcsapdákkal gyűjtöttük. A csapdák 2021. július 26–27-től augusztus 6–7-ig működtek. A gerincesek járulékos fogásának elkerülése és a csapdázás hatékonyságának növelése érdekében tölcserrel láttuk el a csapdákat. Műanyag tetővel fedtük le őket, hogy megakadályozzuk a tartósítófolyadék eső miatti felhígulását. A csapdákat 50:50 arányú víz/etilén-glikol oldattal töltöttük meg, és néhány csepp detergenst adtunk hozzá, ezzel csökkentve a folyadék felületi feszültségét (Császár *et al.* 2018).

A fűháló- és a talajcsapdamintákat rendszertani csoportok szerint válogattuk, és minden kifejlett egyed fajszintig azonosítottunk. A pókok és egyenesszárnyúak gyűjteményi példányai a HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézetének gyűjteményébe, míg a poloskák és a futóbogarak gyűjteményi példányai a Szegedi Tudományegyetem ízeltlábú-gyűjteményébe kerültek.

A kezelés (kaszált és nem kaszált), a művelés (homogén és heterogén) és interakciójuk hatását az egyenesszárnyúak, a poloskák, a talajszinten és a vegetáción mozgó pókok és futóbogarak, továbbá az összes gyűjtött és meghatározott ízeltlábú fajszámára, valamint abundanciájára kevert lineáris

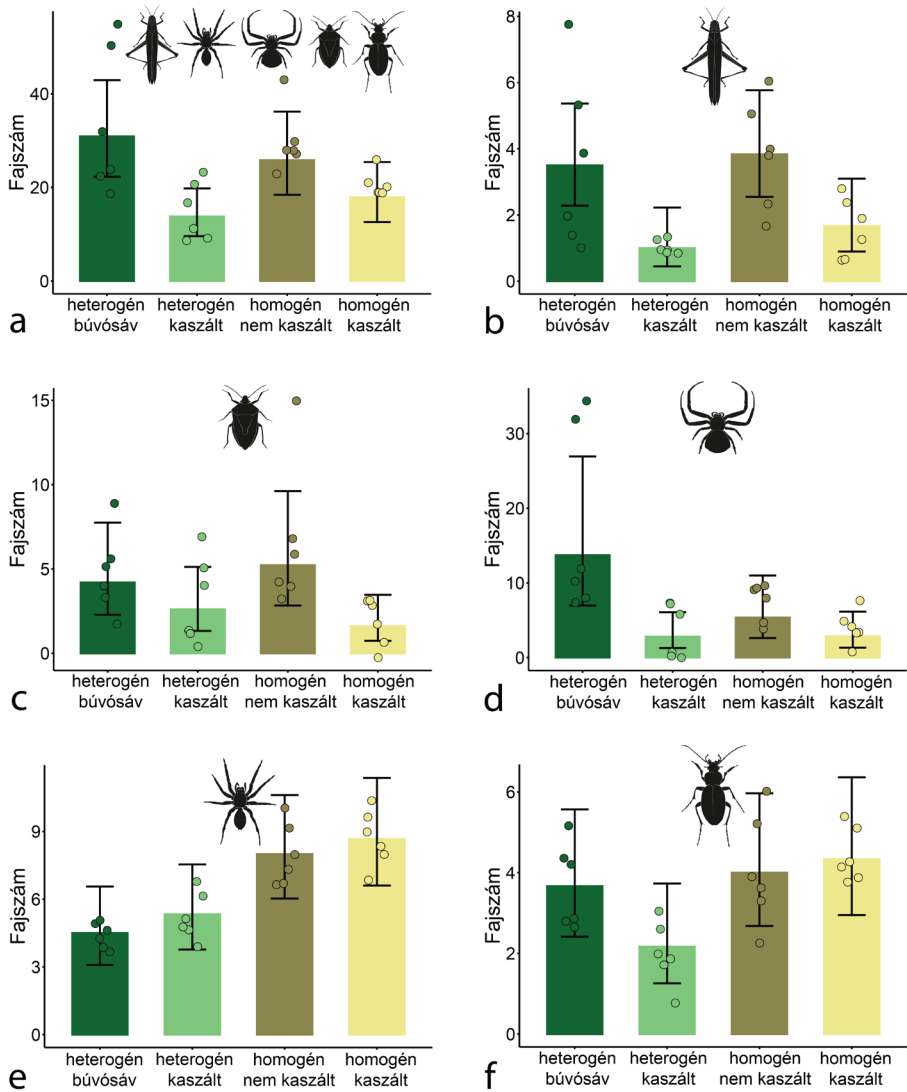
modellek segítségével elemeztük. Az ízeltlábúak fajszámára vonatkozó modellekben Poisson-hibatagot használtunk. Az abundanciaadatok esetében túlszóródást (overdispersion) észleltünk, ezért negatív binomiális hibataggal futtattunk modelleket. Mivel a mintavételt két gyepen végeztük, ezért a gyp azonosítója (Kopáncsi vagy Montág) véletlen hatásként szerepelt a modellekben. A statisztai értékelésekhez az R szoftvert használtuk (R Core Team, 2024) az lme4 csomaggal kiegészítve (Bates *et al.* 2014).

Eredmények

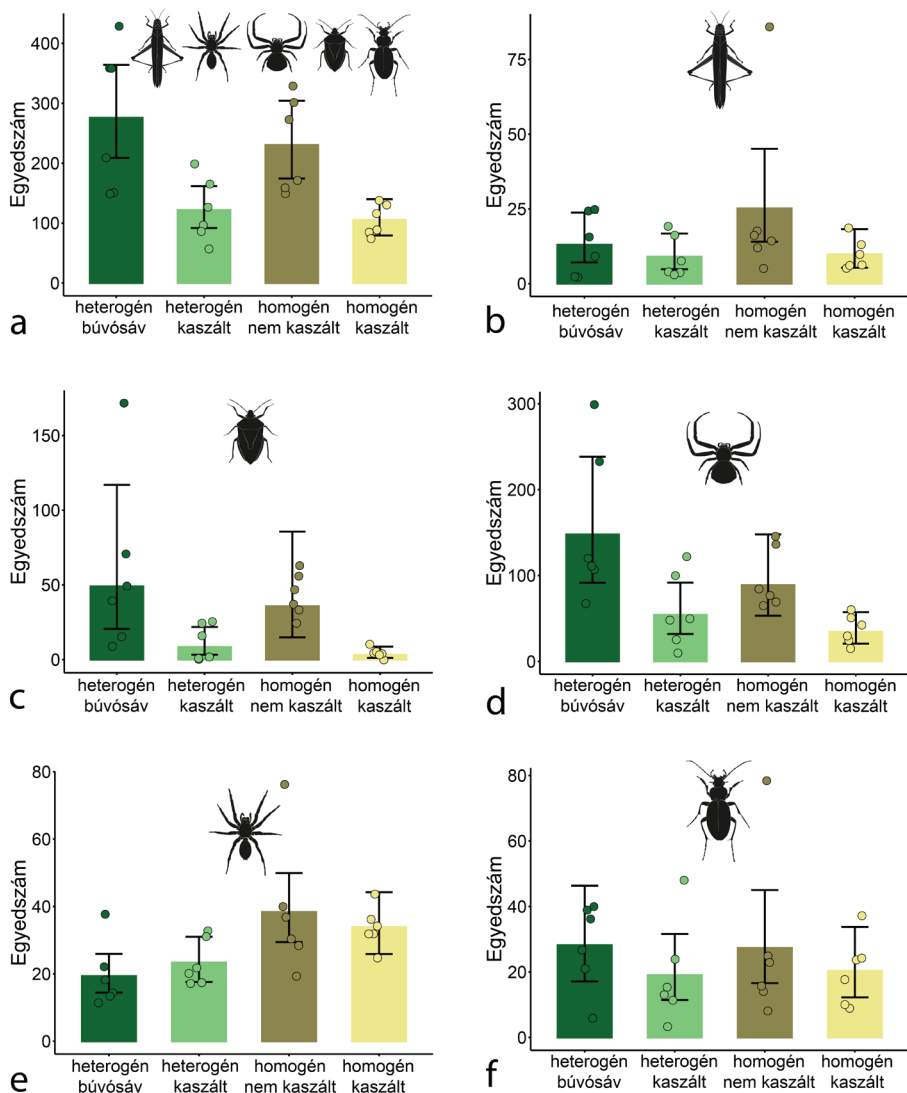
A vizsgálat során 22 egyenesszárnyú-faj 342 egyedét, 31 poloskafaj 709 egyedét, 57 pókfaj 2780 egyedét és 19 futóbogárfaj 569 egyedét gyűjtöttük. A területről kimutatott fajok teljes listáját Révész *et al.* (2024) cikkében közöltük. Az összesített ízeltlábúadatok esetén a fajszámot és abundanciát jelentősen csökkentette a kaszálás. A szignifikáns interakció alapján nagyobb különbséget találtunk a kaszált és nem kaszált területek fajszáma között heterogén, mint homogén művelés esetén. Az elsősorban növényevő ízeltlábúak tekintetében az egyenesszárnyúak fajszáma és a poloskák egyedszáma alacsonyabb volt a kaszált gyepen, mint a kaszálás alól kizárt területeken. A vegetáción élő pókok fajszáma esetén a szignifikáns interakciós tag alapján a kaszálás alól kizárt területek heterogén művelés esetén erősebben növelték fajszámot, mint homogén művelés esetén. Az abundanciára a kaszálás negatív hatását mutattuk ki. A talajszíntén mozgó pókok fajszámát és egyedszámát a homogén művelés növelte. A futóbogarak esetén nem mutattuk ki jelentős hatását a vizsgált paramétereknek (1. táblázat, 2. és 3. ábra).

1. táblázat. A művelési mód és a kaszálás vizsgált taxonokra gyakorolt hatása. A paraméterek becsült értékét és a szignifikanciaszintet adtuk meg. Het: heterogén művelés, hom: homogén művelés. Szignifikanciaszintek: *: <0,05, **: <0,01, ***: <0,001.

	Összes ízeltlábú	Egyenesszárnyú	Poloska	Pók (vegetáció)	Pók (talaj)	Futóbogár
Fajszám						
Művelés (het/hom)	-0,180	0,090	0,216	-0,940 ***	0,575 *	0,087
Kaszálás (nem kaszált/kaszált)	-0,808 ***	-1,252 ***	-0,476	-1,590 ***	0,169	-0,526
Interakció	0,441 *	0,419	-0,701	0,961 **	-0,089	0,606
Egyedszám						
Művelés (het/hom)	-0,180	0,660	-0,316	-0,509	0,684 ***	-0,030
Kaszálás (nem kaszált/kaszált)	-0,817 ***	-0,367	-1,768 ***	-1,004 ***	0,188	-0,393
Interakció	0,034	-0,572	-0,672	0,058	-0,312	0,097



2. ábra. A kaszálás hatása az ízeltlábúak fajszámára homogén, valamint heterogén (búvósávos) művelés esetén. (a) Az összes vizsgált csoport kumulatív fajszáma, (b) egyenesszányúak, (c) poloskák, (d) növényzeten élő pókok, (e) talajszinten élő pókok, (f) futóbogarak. Az ábrákon az adatpontok és a modellek becsült paraméterei szerepelnek.



3. ábra. A kaszálás hatása az ízeltlábúak egyedszámára homogén, valamint heterogén (búvósávos) művelés esetén. (a) Az összes vizsgált csoport kumulatív fajszáma, (b) egyenesszányúak, (c) poloskák, (d) növényzeten élő pókok, (e) talajszinten élő pókok, (f) futóbogarak. Az ábrákon az adatpontok és a modellek becsült paraméterei szerepelnek.

Diszkusszió

A kaszálás jelentős hatással volt egyes ízeltlábú csoportok fajszámára és abundanciájára, a művelés (heterogén és homogén) módjától is függően. A kaszálás alól kizárt területeken jelentősen magasabb ízeltlábú-fajszámot és -abundanciát mértünk, mint a közelükben található kaszált területeken. A heterogén művelés esetében a fajszám és az egyedszám is több mint duplaannyi volt a bűvósávokban, mint a kaszált területen. Homogén művelés esetében a fajszám harmadával magasabb volt, és a begyűjtött egyedek száma több mint duplája volt a kaszálás alól kizárt gyepeken, mint a kaszált területen. Ez alapján a zavartalanul hagyott foltok és sávok is jelentősen hozzájárulnak az ízeltlábúak megőrzéséhez. A heterogén, bűvósávos művelés esetén nagyobb különbséget tapasztaltunk a kaszálás hatására, mint a homogén művelésnél. Ennek oka, hogy a zavarás után a művelést túlélő ízeltlábúak számukra megfelelő élőhelyet találnak a bűvósávokban, és megnövekedett denzitással fordulnak ott elő.

A kaszáláson kívül a széna feldolgozásával és eltávolításával kapcsolatos későbbi beavatkozások is negatív hatással lehetnek a kaszálást túlélő ízeltlábúakra (Humbert *et al.* 2009). A kaszálást túlélő ízeltlábúak erősen kitétek a gerinces és más gerinctelen ragadozóknak (Humbert *et al.* 2009). A levágott széna alatt számos egyed talál bűvőhelyet és megfelelően nedves mikroklimát, így az valószínűleg megfelelő menedéket biztosít a száradása során. Ugyanakkor feltehető, hogy a védelmet kereső állatok ezután kitétek a rendsodrás és bálázás negatív fizikai hatásainak (Humbert *et al.* 2009). Például a kaszálás közvetlen mortalitási hatását túlélő egyenesszárnnyúak legtöbbszörjét (az egyedek akár 80%-át) az élőhelyi strukturális és mikroklimatikus változások a rendekbe koncentrálnak. Később a rendsodrás és bálázás során sérülnek az egyedek, és eltávolítják őket (Schwarz *et al.* 2023). Így ezek a hatások nemcsak közvetlenül a kaszálás során pusztítják el a gerincteleneket, hanem hetekkel később is.

A kaszált területek és a kaszálás alól kizárt területek közti különbség a növényzetben mozgó ízeltlábúak esetén nagyobb volt, mint a talajszinten mozgók esetén. A növényzetben mozgó és elsősorban herbivór poloskák érzékenyek a gyepgazdálkodás változásaira (Torma *et al.* 2019, 2023), és pozitívan hat rájuk az extenzíven kezelt gyepek növényzetének magassága (Kőrösi *et al.* 2012), így a növényi biomasza csökkenése közvetlenül csökkenthette a populációjuk méretét.

A növényzetben élő pókokra szintén pozitívan hatottak a kaszálás alól kizárt területek, bűvósávok. Átlagosan háromszor több fajt és egyedet találtunk a bolygatásmentes területeken, mint a kaszáltakon. Rezac és Heneberg (2018) szintén kimutatta, hogy a bűvósávos művelésű gyepek háromszor több vegetációlakó póknak adnak otthont, mint a homogéneken kaszált gyepek. Bár a pókok nem függenek a növényzettől mint táplálékforrástól, de a vegetáción

élő pókok az élőhely teljes háromdimenziós szerkezetét kihasználják a háló rögzítéséhez, zsákmányszerzéshez és menedékhelyként (Cizek *et al.* 2012). Ezért a növényzetben élő pókokat különösen negatívan érinti a lágyszárú vegetáció eltávolítása. A kaszálás után a túlélő pókok egy jelentős része a háborítatlan területekre vándorol, és az év további részében ezeket használja élőhelyül. A bűvósávok – elnyújtott alakjuk miatt – valószínűleg könnyebben elérhetőek a menedéket kereső egyedek számára. Ennek megfelelően a pókok magasabb fajszámát detektáltuk a bűvósávokban, mint a nagyobb kiterjedésű, kaszálás alól kizárt foltokban. A bűvósávok „ökológiai csapdaként” is működhetnek bizonyos ízeltlábúak számára (Severns 2011, Schmied *et al.* 2022), mivel a ragadozók abundanciája jelentősen növekedik a kaszálás alól kizárt területeken. A jelenség részletes feltárására célzott, a predációs nyomást közvetlenül mérő kutatásra van szükség.

Az egyenesszárnyúak egyedszáma esetén nem mutattuk ki a kezelés jelentős hatását. Ez valószínűleg a vizsgált gyepterületek alacsony intenzitású használatával magyarázható (Senn *et al.* 2011, Bonari *et al.* 2017). Továbbá bizonyos fajok számára a kaszált gyepek jó minőségű élőhelyet jelentenek (Oertli *et al.* 2005, Bonari *et al.* 2017), melyek a zavarás okozta denzitáskülönbséget kiegyenlítik. Ilyen fajok a hazai fauna jelentős részét kitevő növényzetben és a talajon szívesen tartózkodó chortobiontok vagy (chorto-)geobiontok egyenesszárnyúak (Rácz 2001).

A heterogén kezelés esetén jelentős különbséget találtunk a kaszált és nem kaszált területek között az összes fajszám és a vegetáción élő fajok száma esetében, azonban a fenti hatások kevésbé voltak erősek a talajszinten élő pókok és futóbogarak esetén. Az epigéikus ragadozókat erősebben befolyásolja a táplálék mennyisége és a nedvességi viszonyok különbsége, mint a növényzet magassága és borítása. Számukra a növényi biomassza eltávolítása feltehetően kisebb zavarást jelent, ezen túl számos éjszaka aktív faj van köztük, melyek számára a vegetáció eltávolításával járó mikroklimatikus változások sem jelentősek a viszonylag kiegyenlített éjszakai mikroklíma miatt (Révész *et al.* 2024). A száraz mintavételi év valószínűleg gyengítette a talajlakó ízeltlábúakra gyakorolt hatásokat, mivel az erős abiotikus stresszorok részben felülírhatják a gyeppkezelések talajlakó ízeltlábúakra gyakorolt hatásait (Torma *et al.* 2019).

Eredményeink alapján a bűvósávok nagymértékben befolyásolhatják az ízeltlábúak egyedszámát, akár többszörösen nagyobb denzitást tartva meg a bűvósávokban, mint a szomszédos kaszált területeken. A kaszálás és a későbbi beavatkozások után az év további részében az itt megtartott növényzet jelenti a megfelelő menedéket, peterakási és hálóépítési helyeket, és valószínűleg meghatározó szerepet játszik az áttelelés szempontjából is. Ezek alapján alapvető

fontosságú, hogy a kaszálás során az ízeltlábúak számára bűvösávokat alakítsunk ki, mivel a megfelelő elrendezésben kialakított kaszátlan területek egyszerű, de kulcsfontosságú szerepet játszanak a gyepi ízeltlábúak megőrzésében és a természetvédelmi gyakorlatok optimalizálásában.

Köszönetnyilvánítás – Köszönjük a Körös–Maros Nemzeti Park munkatársainak, Drahanovszki Gábornak, Molnár Gézőnek és Balogh Gábornak a terepi felmérések során nyújtott sokrétű segítségüket. A vizsgálatot a NKFIH KKP 133839, NKFIH-FK-142926 pályázatok támogatták.

Irodalomjegyzék

- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., Walker, S. (2014): lme4: *Linear mixed-effects models using Eigen and S4*. R package version, 1(7). <https://doi.org/10.32614/cran.package.lme4>
- Bonari, G., Fajmon, K., Malenovský, I., Zelený, D., Holuša, J., Jongepierová, I., Chytrý, M. (2017): Management of semi-natural grasslands benefiting both plant and insect diversity: The importance of heterogeneity and tradition. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 246: 243–252. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.010>
- Buri, P., Arlettaz, R., Humbert, J. Y. (2013): Delaying mowing and leaving uncut refuges boosts orthopterans in extensively managed meadows: evidence drawn from field-scale experimentation. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 181: 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.09.003>
- Császár, P., Torma, A., Gallé-Szpisjak, N., Tölgyesi, C., Gallé, R. (2018): Efficiency of pitfall traps with funnels and/or roofs in capturing ground-dwelling arthropods. *European Journal of Entomology* 115: 15–24. <https://doi.org/10.14411/eje.2018.003>
- Chisté, M. N., Mody, K., Gossner, M. M., Simons, N. K., Köhler, G., Weisser, W. W., Blüthgen, N. (2016): Losers, winners, and opportunists: How grassland land-use intensity affects orthopteran communities. *Ecosphere* 7: e01545. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1545>
- Cizek, O., Zamecnik, J., Tropek, R., Kocarek, P., Konvicka, M. (2012): Diversification of mowing regime increases arthropods diversity in species-poor cultural hay meadows. *Journal of Insect Conservation* 16: 215–226. <https://doi.org/10.1007/s10841-011-9407-6>
- Deák, B., Bede, Á., Rádai, Z., Tóthmérész, B., Török, P., Torma, A., ... Valkó, O. (2021): Different extinction debts among plants and arthropods after loss of grassland amount and connectivity. *Biological Conservation* 264: 109372. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109372>
- Gardiner, T. (2012): *How does mowing of grassland on sea wall flood defences affect insect assemblages in eastern England. Grasslands: types, biodiversity and impacts*. Nova Science Publishers, 11–29. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22780-7_10
- Hamřík, T., Košulič, O. (2021): Impact of small-scale conservation management methods on spider assemblages in xeric grassland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 307: 107225. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107225>
- Hudewenz, A., Klein, A. M., Scherber, C., Stanke, L., Tschamtkke, T., Vogel, A., ... Ebeling, A. (2012): Herbivore and pollinator responses to grassland management intensity along experimental changes in plant species richness. *Biological Conservation* 150: 42–52. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.02.024>

- Humbert, J. Y., Ghazoul, J., Walter, T. (2009): Meadow harvesting techniques and their impacts on field fauna. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 130: 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.11.014>
- Humbert, J. Y., Ghazoul, J., Sauter, G. J., Walter, T. (2010): Impact of different meadow mowing techniques on field invertebrates. *Journal of Applied Entomology* 134: 592–599. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2009.01503.x>
- Humbert, J. Y., Ghazoul, J., Richner, N., Walter, T. (2012): Uncut grass refuges mitigate the impact of mechanical meadow harvesting on orthopterans. *Biological Conservation* 152: 96–101. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.03.015>
- Kenyeres, Z., Varga, Sz. (2023): Effects of mowing on *Isophya costata*, Natura 2000 species (Orthoptera), by direct mortality and management history. *Journal of Insect Conservation* 27: 305–313. <https://doi.org/10.1007/s10841-023-00456-0>
- Kormann, U., Rösch, V., Batáry, P., Tscharnkte, T., Orci, K. M., Samu, F., Scherber, C. (2015): Local and landscape management drive trait-mediated biodiversity of nine taxa on small grassland fragments. *Diversity and Distributions* 21: 1204–1217. <https://doi.org/10.1111/ddi.12324>
- Kőrösi, Á., Batáry, P., Orosz, A., Rédei, D., Báldi, A. (2012): Effects of grazing, vegetation structure and landscape complexity on grassland leafhoppers (Hemiptera: Auchenorrhyncha) and true bugs (Hemiptera: Heteroptera) in Hungary. *Insect Conservation and Diversity* 5: 57–66. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2011.00153.x>
- Kühne, I., Arlettaz, R., Pellet, J., Bruppacher, L., Humbert, J. Y. (2015): Leaving an uncut grass refuge promotes butterfly abundance in extensively managed lowland hay meadows in Switzerland. *Conservation Evidence* 12: 25–27. <https://doi.org/10.1016/j.baee.2023.07.003>
- Lafage, D., Pétilion, J. (2014): Impact of cutting date on carabids and spiders in a wet meadow. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 185: 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.11.027>
- Littlewood, N. A., Stewart, A. J., Woodcock, B. A. (2012): Science into practice—how can fundamental science contribute to better management of grasslands for invertebrates? *Insect Conservation and Diversity* 5: 1–8. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2011.00174.x>
- Kaláb, O., Šipoš, J., Kočárek, P. (2020): Leaving uncut refuges during meadow harvesting increases the functional diversity of Orthoptera. *Entomological Science* 23: 95–104. <https://doi.org/10.1111/ens.12404>
- Madeira, F., Tscharnkte, T., Elek, Z., Kormann, U. G., Pons, X., Rösch, V., ... Batáry, P. (2016): Spillover of arthropods from cropland to protected calcareous grassland—the neighbouring habitat matters. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 235: 127–133. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.10.012>
- Mazalová, M., Šipos, J., Rada, S., Kasak, J., Šarapatka, B., Kuras, T. (2015): Responses of grassland arthropods to various biodiversity-friendly management practices: Is there a compromise? *European Journal of Entomology* 112: 734–746. <https://doi.org/10.14411/eje.2015.076>
- Máté, A., Kelemen, A., Molnár, A., Molnár, Cs. (2023): Sokfajú gyeprekonstrukció a tiszacsegei Széles-halmon – Dokumentáció és első eredmények. *Természetvédelmi Közlemények* 29: 31–48. <https://doi.org/10.20332/tvk-jnatconserv.2023.29.31>
- Münsch, T., Helbing, F., Fartmann, T. (2019): Habitat quality determines patch occupancy of two specialist Lepidoptera species in well-connected grasslands. *Journal of Insect Conservation* 23: 247–258. <https://doi.org/10.1007/s10841-018-0109-1>
- Oertli, S., Müller, A., Steiner, D., Breitenstein, A., Dorn, S. (2005): Cross-taxon congruence of species diversity and community similarity among three insect taxa in a mosaic landscape. *Biological Conservation* 126: 195–205. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.05.014>
- R Core Team (2024). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing.

- Rand, T. A., Tylianakis, J. M., Tscharntke, T. (2006): Spillover edge effects: the dispersal of agriculturally subsidised insect natural enemies into adjacent natural habitats. *Ecology Letters* 9: 603–614. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00911.x>
- Rezác, I. (2001): Egyenesszárnú együttesek életforma-spektrumának változása a száraz és félszáraz gyepek struktúrájának függvényében. *Állattani Közlemények* 86: 29–56. <https://doi.org/10.55725/gygk/2011/9/1-2/10044>
- Rezác, M., Heneberg, P. (2018). Effects of uncut hay meadow strips on spiders. *Biologia* 73: 43–51. <https://doi.org/10.2478/s11756-018-0015-8>
- Révész, K., Torma, A., Szabó, M., Korsoveczky, L., Gallé-Szpisjak, N., Batáry, P., Gallé, R. (2024): Supportive effect of uncut refuge strips on grassland arthropods may depends on the amount and with of strips. *Journal of Applied Ecology*. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14699>
- Schmied, H., Getrost, L., Diestelhorst, O., Maaßen, G., Gerhard, L. (2022): Between perfect habitat and ecological trap: even wildflower strips mulched annually increase pollinating insect numbers in intensively used agricultural landscapes. *Journal of Insect Conservation* 26: 425–434. <https://doi.org/10.1007/s10841-022-00383-6>
- Schwarz, C., Fumy, F., Drung, M., Fartmann, T. (2023): Insect-friendly harvest in hay meadows–Uncut refuges are of vital importance for conservation management. *Global Ecology and Conservation* 48: e02731. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02731>
- Senn, M., Walter, T.A., Sabeva, M., Stoyanova, S. (2011): Orthoptera species (Ensifera, Caelifera) in differently managed grassland of the Smoljan region of the Rhodope Mountains, Bulgaria. *Journal of the Swiss Entomological Society* 84: 193–212.
- Severns, P. M. (2011): Habitat restoration facilitates an ecological trap for a locally rare, wetland-restricted butterfly. *Insect Conservation and Diversity* 4: 184–191. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2010.00120.x>
- Snyder, W. E. (2019): Give predators a complement: Conserving natural enemy biodiversity to improve biocontrol. *Biological Control* 135: 73–82. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.04.017>
- Sutcliffe, L. M., Batáry, P., Kormann, U., Báldi, A., Dicks, L. V., Herzon, I., ... Tscharntke, T. (2015): Harnessing the biodiversity value of Central and Eastern European farmland. *Diversity and Distributions* 21: 722–730. <https://doi.org/10.1111/ddi.12288>
- Thorbeck, P., Bilde, T. (2004): Reduced numbers of generalist arthropod predators after crop management. *Journal of Applied Ecology* 41: 526–538. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00913.x>
- Tölgyesi, C., Császár, P., Torma, A., Török, P., Bátor, Z., Gallé, R. (2018): Think twice before using narrow buffers: Attenuating mowing-induced arthropod spillover at forest–grassland edges. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 255: 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.011>
- Torma, A., Császár, P., Bozsó, M., Deák, B., Valkó, O., Kiss, O., Gallé, R. (2019): Species and functional diversity of arthropod assemblages (Araneae, Carabidae, Heteroptera and Orthoptera) in grazed and mown salt grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 273: 70–79. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.12.004>
- Torma, A., Révész, K., Gallé-Szpisjak, N., Šeat, J., Szél, G., Kutasi, C., ... Gallé, R. (2023): Differences in arthropod communities between grazed areas and grazing enclosures depend on arthropod groups and vegetation types. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 341: 108222. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108222>
- Wagner, D. L., Grames, E. M., Forister, M. L., Berenbaum, M. R., Stopak, D. (2021): Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118: e2023989118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2023989118>

Internetes források:

http1: <https://en.climate-data.org/>

Refuge strips are crucial for the conservation of the diverse arthropod fauna of meadows

Róbert Gallé^{1,2}, Bálint Sarok³, Nikolett Gallé-Szpisjak¹, György Dudás⁴, Lili Korsoveczky⁵, Attila Torma^{1,6}, Márton Szabó⁶, Enikő Madarász^{7,8}, Kitti Révész^{1,9}

¹*“Lendület” Landscape and Conservation Ecology, Institute of Ecology and Botany, HUN-REN Centre for Ecological Research, Alkotmány út 2-4, H-2163 Vácrátót, Hungary*

²*MTA-SZTE “Lendület” Applied Ecology Research Group, University of Szeged, Közép fasor 52, H-6723 Szeged, Hungary*

³*Széchenyi István University, Egyetem tér 1, H-9026 Győr, Hungary*

⁴*Bükk National Park Directorate, Sánc u. 6, H-3304 Eger, Hungary*

⁵*ELTE Eötvös Loránd University, Pázmány Péter sétány 1/C, H-1117 Budapest, Hungary*

⁶*Department of Ecology, University of Szeged, Közép fasor 52. H-6723 Szeged, Hungary*

⁷*Faculty of Forestry, University of Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4, H-9400 Sopron, Hungary*

⁸*Fertő-Hanság National Park Directorate, Rév-Kócsagvár Pf.: 4, H-9435 Sarród, Hungary*

⁹*Doctoral School of Biological Sciences, Hungarian University of Agricultural and Life Sciences, Páter Károly u. 1, H-2100 Gödöllő, Hungary*

Mowing is one of the most widespread grassland management practices in Europe and, when applied correctly, can be a sufficient tool for conserving high grassland diversity. Uniform mowing of large grassland areas in a short period of time causes the direct mortality of arthropods, reduces microhabitat diversity and homogenises microclimatic conditions, which also has negative effects on arthropods. The aim of our study was to demonstrate the effectiveness of uncut refuge strips for arthropod conservation. We used sweep nets and pitfall traps for sampling grasshoppers, true bugs, carabids and spiders. We analysed the species richness and abundance of the studied taxa using linear mixed effects models. We found significantly higher species richness and abundance of arthropods on uncut plots than on mowed plots. This effect was stronger for vegetation-dwelling taxa, especially herbivores, than for ground-dwelling predators. Our results confirm that uncut refuge strips support diverse arthropod assemblages with high densities, and play a key role in the conservation of grassland arthropods.

Keywords: carabid beetle, grasshopper, hay-meadow, mowing, spider, true bug

Beérkezett/Received: 2024. 04. 16. Elfogadva/Accepted: 2024. 08. 08.

© A Szerzők/The Authors, 2024

Ez egy szabad hozzáférésű cikk, amely a Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) licenc alatt jelenik meg./This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

